

## Guía de Ejercicios para el Control 3 FI34A-03

Profesor: **Sebastián López**

Auxiliares: Laura Pérez  
Jaime Pineda

23 de octubre de 2003

1. El ángulo má pequeño que se produce por scattering de Bragg en Cloruro de Potasio (KCl) es de  $28,4^\circ$  para rayos-X de 0,30 nm. Encuentre la distancia entre planos atómicos en este material.
2. El espaciamiento atómico en rocas de sal, NaCl, es de 0,282 nm. Encuentre la energía cinética (en eV) de un neutrón con una longitud de onda de De Broglie de 0,282 nm. ¿Se necesita hacer un cálculo relativista? Estos neutrones pueden ser usados para estudiar la estructura cristalina.
3. Muestre que la longitud de onda de De Broglie de una partícula de masa  $m$  y energía cinética  $KE$  está dada por

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{KE(KE + 2mc^2)}}.$$

4. Se encuentra que la velocidad de fase de las ondas en una superficie líquida es de  $\sqrt{2\pi S/\lambda\rho}$ , donde  $S$  es la tensión superficial y  $\rho$  es la densidad del líquido. Encuentre la velocidad de grupo de las ondas.
5. La velocidad de fase de olas en el océano es  $\sqrt{g\lambda/2\pi}$ , donde  $g$  es la aceleración de gravedad. Encuentre la velocidad de grupo de las olas del océano.
6. En su *paper* original, De Broglie sugirió que  $E = h\nu$  y  $p = h/\lambda$  (relaciones válidas para ondas electromagnéticas) también son válidas para partículas en movimiento. Use estas relaciones para mostrar que la velocidad de grupo  $v_g$  de un grupo de ondas de De Broglie está dado por  $dE/dp$ , y con la ayuda de

$$E^2 = (mc^2)^2 + p^2c^2,$$

verifique que  $v_g = v$  para una partícula de velocidad  $v$ .

7. Un haz de neutrones que emerge desde un reactor nuclear contiene neutrones de diferentes energías. Para obtener neutrones con una energía de 0,050 eV, el haz es pasado por un cristal en los cuales los planos atómicos están separados por 0,20 nm. ¿A qué ángulos, relativos al haz original, se quiere que los neutrones sean difractados?.

8. Principio de Incerteza.

- a) Verifique que el principio de incerteza puede ser expresado en la forma  $\Delta L \Delta \theta \geq \hbar/2$ , donde  $\Delta L$  es la incerteza en el momentum angular de una partícula y  $\Delta \theta$  es la incerteza en su posición angular.

Hint: Considere una partícula de masa  $m$  moviéndose en un círculo de radio  $r$  a una velocidad  $v$ , para la cual  $L = mvr$ .

- b) ¿A qué incerteza en  $L$  la posición angular de una partícula llega a estar completamente indeterminada?

9. Determine el potencial de frenado de los fotoelectrones, expresado en volts, para luz ultravioleta de longitud de onda de 160 nm incidiendo sobre una lámina de oro cuya función de trabajo es de 4,77 eV.

10. En la figura 1 se muestra la distribución espectral de la emisión de un cuerpo negro a dos temperaturas diferentes: 2000 y 4000°K:

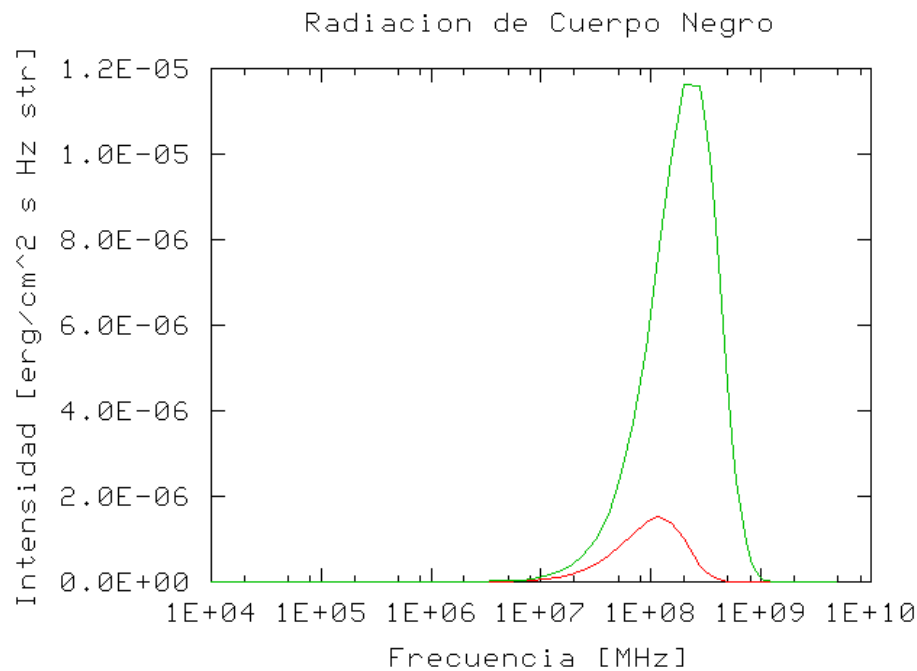


Figura 1: Radiación de Cuerpo negro para dos cuerpos negros a diferente temperatura

- a) Asigne a las curvas que corresponden las temperaturas del cuerpo negro, indicadas en el enunciado.
- b) Si la potencia total irradiada por el cuerpo negro a 4000°K es conocida e igual a  $P_0$ , ¿Cuál es la potencia total que irradia a 2000°K ?
- c) Si la intensidad de la radiación emitida por el cuerpo negro a 4000°K es máxima para  $\lambda = 725$  nm. ¿Cuál es la longitud de onda para la cual la intensidad de radiación

emitida por el cuerpo a 2000°K es máxima?. Para esto encuentre una fórmula general que relacione el máximo de intensidad de radiación (a una cierta temperatura T) con la longitud de onda que la hace máxima.

- d) Se desea extraer fotoelectrones de una lámina de sodio cuya función de trabajo es 2,3 eV. utilizando la radiación emitida por un cuerpo negro a temperatura T. ¿Qué condición debe satisfacer la temperatura del cuerpo negro para que la intensidad máxima de su distribución espectral sea utilizable para la emisión de fotoelectrones de la lámina de sodio?

Datos:

$$hc = 1240 \text{ eV nm}$$

$$\text{Cte. de Stephan-Boltzmann} \quad \sigma = 5,67 \times 10^8 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m.}$$

11. Considere una familia de planos en un cristal de Níquel cuya separación es de 2,15 Å. Aplique la Ley de Bragg para determinar el ángulo (medido respecto del haz directo) para el cual se produce una difracción de estos planos, con electrones de Energía Cinética de 80 eV. Decida primero si los electrones utilizados son relativistas o los puede considerar no relativistas, y luego calcule su longitud de onda asociada de De Broglie.